

. NET技术在华中电网稳定分析和控制系统中的应用

魏志轩, 周良松, 代仕勇, 杨洁

(华中科技大学电气与电子工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 如何对系统进行可靠稳定的在线暂态稳定控制是电力系统稳定控制的重要研究课题。通过对 .NET 企业战略的一些新技术分析后得出一种方案, 利用面向无连接的数据集 DataSet XML 文档处理类以及 ADO.NET 对稳定控制系统中的各种数据进行处理, 通过 XML Schema 实现数据库中数据与 XML 文档中各种数据结构与内容的同步, 最后通过 DOM 接口将计算出的结果以及 EMS 数据一并在潮流图上显示。实践证明, 该方案的提出, 使稳定控制系统的快速性、稳定性与安全性以及扩展性等各方面都得到了明显的改善。

关键词: 可扩展标记语言; 数据集; 策略表; 稳定控制; 能量管理系统

中图分类号: TM71 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)22-0045-04

0 引言

华中电网实时暂态分析及控制系统是用 EMS 实时信息进行暂态稳定分析及控制措施的自动计算智能决策和控制系统。系统能自动从 EMS 获取电网的实时信息, 进行自动的暂态稳定在线计算, 自动生成各区域稳定控制装置的最佳控制策略, 从全网的角度实现暂态稳定的统一协调和优化决策^[1]; 并自动准实时地远方修改各区域稳定控制装置策略表^[2], 及时改变各区域装置的控制策略, 以快速适应电网运行工况的变化, 实现更准确的稳定控制, 确保电网的安全。同时从根本上减轻运行方式计算人员的工作量和人为错误。

由于目前华中电网结构发生变化, 而且用户也有了新的需求, 加上由于以前制定好的系统设计在用户反复提出新方案后不停的修改, 而系统设计本身扩展性也不是很好, 而且在系统的快速性和稳定性上也需要有所提高, 例如原来的数据库设计不太符合标准范式的要求、连接操作过于频繁导致程序经常超时运行等问题, 因此有必要对该系统提出改进。

在网络计算日益发展的今天, .NET 技术获得了极为广泛的应用, 在数据处理这方面用得比较多的技术主要为 ADO.NET, XML Document, 以及 DataSet 等。它们为网络中大量的数据处理、计算、筛选、显示提供了一套完整的解决方案, 本文主要就是运用这些技术对原有的系统进行了相关部分的功能改进。

1 原系统框架结构概述

华中电网在线稳定控制系统结构如图 1 所示, 整个系统由上层的自动决策系统、中层的决策控制系统和下层的控制执行装置三部分组成^[1]。

上层的自动决策系统是整个在线稳定控制系统的中枢部分。在硬件上它由连接在局域网上的多个服务器、多个计算机组成, 形成一个分布式计算机系统, 一般安放在电网调度部门。它负责从 EMS 获取电网的实时信息, 形成网络结构拓扑, 对预想事故集进行准实时自动预决策, 并将预决策的控制方案以策略表的形式通过通信网络传输给各中层决策控制系统, 同时还能接受运行人员的指令性决策。

中层的决策控制系统主要由各区域稳定控制决策装置组成, 一般安装在大型枢纽发电厂或变电站, 负责接收并自动匹配从上层自动决策系统发送过来的策略表。当电力系统中有扰动发生时, 实时判别扰动的严重程度, 根据本区域故障前的运行工况, 并参考上层自动决策系统的策略表, 快速采取最优稳定控制措施, 包括向下层控制执行机发出切机和切负荷命令以及发送和接收远方控制命令, 以保证本区域内发电厂和变电站的稳定运行, 保证电力系统的稳定。

下层的控制执行装置由安装在各发电厂和变电站的执行机组成, 负责接收由中层决策控制系统或远方控制系统发送过来的切机、切负荷或电气制动等命令。为防止误动, 一般需增加对各电气量波动的就地判别, 以提高装置可靠性。

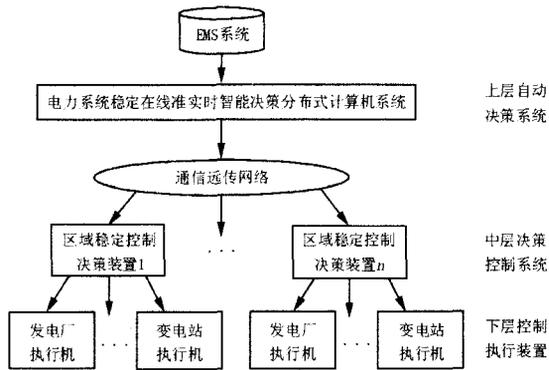


图 1 华中电网在线稳定控制系统结构示意图

Fig 1 Structure of online stability control system of Central China Power Grid

2 基于 .NET 企业战略的改进方案

.NET 是微软公司的一项新技术或者也可以说是一种新的开发平台。NET 战略囊括了一整套新的工具与技术,而这些新的工具与技术代表下一代的 Windows 和 Internet 开发的平台。NET 用来简化应用程序开发与部署的方法,并用 .NET 进一步提升 Web Service 的能力,是作为开发人员设计和部署分布式应用程序的有效工具。尤其是 .NET 中的应用程序是处于托管状态下的应用程序,这对于系统的稳定性起着不可忽视的作用。

.NET 通过自己独有的工作机制如 CLR、JIT、MSL、CTS、程序集以及 GC 等一系列新技术实现了以下目标:简化开发、简化应用程序部署、多种语言开发,使编程模式更加统一,采用托管堆分配和管理内存,自动清理无用单元,协调标准网络协议包括 WSDL、SOAP 等。

.NET 的目的是想为开发人员提供一个具有丰富功能的应有程序开发平台和托管、受保护的运行环境。同时,.NET 也想为开发人员提供一个开发、部署和执行分布式应用程序的简单环境,这就是与开发人员密切相关的 .NET 规划目标。显然如今的商业用户已经具备了非常强大的技术,但是在获取所需数据方面仍有很多限制,比如说没有一条有效途径来方便地获取位于不同系统或设备上的数据。如前所述,通过 .NET 平台可创建高度分布式的应用程序,从而很好地弥补了这些缺陷,而且从任何设备,都可以轻松访问这些分布式应用程序。

.NET 具有这些优点:

- 1) 简化应用程序开发。
- 2) 简化应用程序安装与部署。

- 3) 充分利用 XML 技术。
- 4) 通用数据访问。
- 5) 提供 Web Service 的工具与技术。

而这些优点与我们需要改进的功能部分恰恰是紧密相关的。

我们的改进主要是针对原稳定在线准实时智能决策分布式计算机系统上的一些不足提出的一些新的技术与解决方案。

2.1 数据库访问方式的改进

以前的数据库访问方式是面向连接的,即每次对于数据库的任何操作,包括查询、添加、更新以及删除都要与数据库建立新的连接后才能进行相关的操作。而现在我们采用 .NET 中的 DataSet 类,DataSet 是提供内存数据存储的所有功能的类,它维护完全非连接的数据缓存,而且它的基本结构有点像小小的关系数据库(见图 2)。它包含表集、表间的关系、表的限制和键值以及每个表包含行和列的集合,这与 SQL Server、Access 或任何其他关系数据库都很相似,因此完全可以满足我们原系统中关于数据库访问这一部分的功能需求。

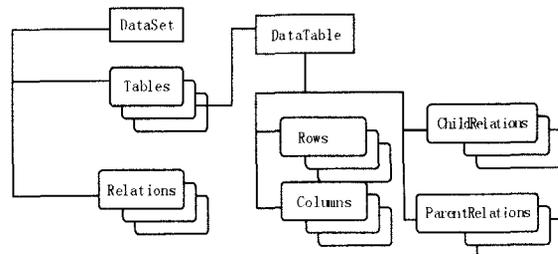


图 2 DataSet 类

Fig 2 DataSet class

由图 2 可知,DataSet 是表和关系的双亲,包含在 DataSet 中的表格属于 DataTable 类。依次为行、列以及父子关系的起始位置。

我们原系统对数据库的访问是通过 MFC ODBC Class: CDatabase and Crecordset 来完成相应功能的,但是我们的系统有着大量的数据访问,如数据显示、定时器查询、任务进度安排都需要访问数据库中的相关标志位,还包括将全网潮流计算后的结果入库这样大量的更新数据操作,因此建立一个好的数据访问机制是必不可少的。以前的系统在运行中会偶尔出现超时运行的情况,在一般的 MIS 系统中可能这种情况造成的影响不大,因为它们的实时性要求相对而言不是很高,但在电力系统这种控制系统对于实时性的要求比其它系统要高得多。因此我们决定将对于数据库的访问改为用 ADO.NET 来实现相

关功能。我们的数据库系统用的是 MS SQL Server 2000,而 .NET中提供了 SqlConnection这一软件包,专门对 SQL Server数据库的访问机制做了优化,并提供了并发处理、异常处理、内存处理的强大支持,再加上 DataSet面向无连接的这一优质特性使得我们对于数据访问与操作这一部分的性能大大提高,稳定性也得到了较好的改善。

2.2 数据存储格式的改进

基于 DataSet中的内部数据完全保留在 XML中,可以说它们之间是无缝连接的。而 XML的数据类型与结构组成则可通过 XSD(XML Schema Definition Language)来对其进行设置,所以我们原数据库中存放的一些数据信息将会移植到 XML文件格式上来,包括我们获取的 EMS数据与通过 PSASP软件自动计算得到的数据可能都会改为 XML文件格式进行存储,它们各自的数值会用不同的颜色在华中潮流图上显示出来。

在 .NET中 DataSet与 XML文件可以双向连接,而且通过 XSD的使用,在原先数据库中的类型定义都可以保持不变,只是各项内容变为各个节点而已,如假设原来的表中有如下数据格式:

序号	区域号	站号	中文名称	有功功率	无功功率
1	12	2	丹江浙川负荷	1.14	0.65
2	13	42	白家冲负荷	0.24	-0.299
3	20	7	东江 #2机	0.14	-0.94

则通过数据适配器类 DataAdapter装载 DataSet后,在存放到 XML文件中去的话,内容大致如下:

```
<? xml version = "1.0" standalone = "yes" ? >
<NewDataSet >
  <mpfix >
    <序号 >1 <序号 >
      <区域号 >12 <区域号 >
      <站号 >2 <站号 >
      <中文名称 >丹江浙川负荷 <中文名称 >
      <有功功率 >1.14 <有功功率 >
      <无功功率 >0.65 <无功功率 >
    </mpfix >
    <mpfix >
      <序号 >2 <序号 >
      <区域号 >13 <区域号 >
      <站号 >42 <站号 >
      <中文名称 >白家冲负荷 <中文名称 >
      <有功功率 >0.24 <有功功率 >
      <无功功率 >-0.299 <无功功率 >
    </mpfix >
    <mpfix >
```

```
<序号 >3 <序号 >
  <区域号 >20 <区域号 >
  <站号 >7 <站号 >
  <中文名称 >东江 #2机 <中文名称 >
  <有功功率 >0.14 <有功功率 >
  <无功功率 >-0.94 <无功功率 >
</mpfix >
```

</NewDataSet >

相应的 XML 模式定义文件 (.xsd)内容为:

```
<? xml version = "1.0" encoding = "utf - 8" ? >
<xs:schema id = "NewDataSet" xmlns = ""
xmlns:xs = "http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:msdata = "um:schemas-microsoft-com:xml-
msdata" >
  <xs:element name = "NewDataSet" msdata:IsDataSet = "
true"
msdata:Locale = "zh - CN" >
    <xs:complexType >
      <xs:choice maxOccurs = "unbounded" >
        <xs:element name = "mpfix" >
          <xs:complexType >
            <xs:sequence >
              <xs:element name = "序号" type = "xs:int" minOc-
curs = "0" / >
              <xs:element name = "区域号" type = "xs:int" mi-
nOccurs = "0" / >
              <xs:element name = "站号" type = "xs:int" minOc-
curs = "0" / >
              <xs:element name = "中文名称" type = "xs:string"
minOccurs = "0" / >
              <xs:element name = "有功功率" type = "xs:float"
minOccurs = "0" / >
              <xs:element name = "无功功率" type = "xs:float"
minOccurs = "0" / >
            </xs:sequence >
          </xs:complexType >
        </xs:element >
      </xs:choice >
    </xs:complexType >
  </xs:element >
</xs:schema >
```

可见 XML 也是一项可以永久管理数据对象的技术,如同传统的文件,但是它又是结构化、格式化的。通过它除了可以有效地将数据进行存储处理外,还可以通过 XSLT(Extensible Style sheet Language Transformation)将它转换为目前流行的 HTML 格式使用户可以通过浏览器来查看,由于 XML 具有内容与显示分离的特点,开发者可以根据制定的各种格

式来对这些数据进行筛选与处理,使用户可以看到各种格式与内容的数据文件。例如,在能量管理系统中普遍使用的通用信息模型 CM就是用 XML来作为数据格式的通用模型的数据交换方法的,它们一起被称为 CM-XML语言^[3]。有些人认为 XML只适合于 WEB应用,事实上只要有数据处理的系统都可以用到 XML,它与关系数据库的良好接口简化了开发人员的大量工作量。

我们运用 .NET中 System. Data以及 System. Xml体系结构中的各种类来对相关的数据进行处理,其中通过数据提供者、数据连接类、命令对象类、数据适配器类、数据阅读器类以及前面提到的 DataSet类和 XmlDocument类的相互协作,将每次要与数据库建立连接之后进行的种种频繁操作改为无连接状态下的直接对内存中的数据集合进行操作,这无论是在系统稳定性还是在降低系统负载方面都有着明显的提高。

3 实践论证

通过利用 ADO. NET以及 XmlDocument等一系列基于 .NET企业战略的开发技术,我们对原系统进行了部分功能的改进,而且对于原有的数据库模型我们也进行了适当的调整,并设置了一些存储过程,以加快数据的处理过程。经调试后发现系统的运行速度的确比以前有所提高,而且由于 .NET的所有代码是处于托管状态下的,所以避免了很多编译错误与运行时的错误。而且由于 .NET的可扩展性较强,对于系统今后的扩展也将有所帮助。目前系统正处于进一步调试与完善中。

4 小结

本文对原华中电网稳定控制系统进行了功能模块分析,提出了新的基于 .NET企业战略的系统改

进方案,采用无连接状态操作的 DataSet类以及 XmlDocument类对于原数据库中的数据集合进行了相关操作,大大降低了系统因频繁连接数据库消耗的资源,提高了系统的性能。此外,还通过对任务的重新分配使得系统的负载更为均衡,对数据加强了可筛选性,系统合理性有所提高。

随着系统的不断调试和完善,该系统必将很快能够实用化,为电网运行提供可靠保证。

参考文献:

- [1] 吕东晓,李勇,肖昌育,等. 华中电网在线稳定控制系统的研究与开发[J]. 电网技术, 1999, 26(4): 34-37.
L üDong-xiao, LI Yong, XIAO Chang-yu, et al. An On-line Stability Control System for Central China Power System[J]. Power System Technology, 1999, 26(4): 34-37.
- [2] 周良松. 在线暂态稳定分析与综合稳定控制系统的研究(博士学位论文)[D]. 武汉:华中理工大学, 1999.
ZHOU Liang-song Study on Online Transient Stability Analysis and Synthetic Stability Control System, Doctoral Dissertation[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 1999.
- [3] McMorran A W, Ault GW, Elders IM, et al. Translating CM XML Power System Data to a Proprietary Format for System Simulation[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2004, 19(1): 229-235.

收稿日期: 2005-03-14; 修回日期: 2005-06-15

作者简介:

魏志轩(1978-),男,硕士研究生,主要研究方向为电力系统稳定实时决策与控制;E-mail: andywzx@21cn.com

周良松(1967-),男,博士,副教授,主要研究方向为电力系统稳定与控制、电力系统安全稳定控制装置;

代仕勇(1977-),男,硕士研究生,主要研究方向为电力系统稳定实时决策与稳定控制。

Application on the online stability analysis and control system based on the .NET enterprise strategy

WEI Zhi-xuan, ZHOU Liang-song, DAI Shi-yong, YANG Jie

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: How to process the reliable and stable on-line transient stability control is an important issue in power system stability control. In this paper, a solution is proposed by analyzing some new technology of the .NET enterprise strategy. This solution processes various data in the stability control system by utilizing connectionless DataSet class and XML Document class and ADO. NET, realizes the data in the database and the various data structure and content in the XML document's synchronization, and shows all the results and the EMS data on the load flow map by the DOM interface. This solution makes the speediness, stability, security and expansibility etc. of the stability control system obviously improved.

Key words: Extensible Markup Language (XML); DataSet; tactic forms; stability control; energy management system